



**HAL**  
open science

# **Actions des champs électriques alternatifs sur l'intensité de la luminescence des sulfures irradiés aux rayons X et déformations des bandes d'émission**

G. Destriau, J. Mattler

## **► To cite this version:**

G. Destriau, J. Mattler. Actions des champs électriques alternatifs sur l'intensité de la luminescence des sulfures irradiés aux rayons X et déformations des bandes d'émission. *Journal de Physique et le Radium*, 1948, 9 (10), pp.258-264. <10.1051/jphysrad:01948009010025801>. <jpa-00234130>

**HAL Id: jpa-00234130**

**<https://hal.science/jpa-00234130v1>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## BIBLIOGRAPHIE.

- [1] C. W. et SHERWIN, *Rev. Sci. Inst.*, 1948, **19**, p. 111-115. [2] L. MADANSKY et R. W. PIDD, *Phys. Rev.*, 1948, **73**, p. 1215 (L).

---

LE JOURNAL DE PHYSIQUE ET LE RADIUM.

SÉRIE VIII, TOME IX, OCTOBRE 1948.

**ACTIONS DES CHAMPS ÉLECTRIQUES ALTERNATIFS  
SUR L'INTENSITÉ DE LA LUMINESCENCE DES SULFURES IRRADIÉS AUX RAYONS X  
ET DÉFORMATIONS DES BANDES D'ÉMISSION**

Par G. DESTRIAU et J. MATTLER

Laboratoire de Luminescence (Physique P. C. B.), Faculté des Sciences de Paris.

**Sommaire.** — En soumettant certains sulfures luminescents à l'action des rayons X les brillances évoluent dans le temps suivant des courbes dont les aspects sont profondément modifiés lorsque simultanément on fait agir un champ électrique alternatif sur ces sulfures. Les bandes spectrales d'émission sont elles-mêmes profondément modifiées, d'une manière transitoire aux époques d'établissement et de suppression de champ, mais aussi d'une manière permanente quand le champ est maintenu.

**Introduction.** — Nous nous sommes proposés dans ce travail d'étudier les modifications de la luminescence émise par certains sulfures irradiés aux rayons X, lorsqu'on les soumet en même temps à l'action d'un champ électrique. La brillance d'un écran excité par les rayons X

croît rapidement avec le temps et tend vers une saturation plus ou moins vite atteinte suivant la nature de l'écran (courbe OABC, *fig. 1*). Pour les sulfures qui ont fait l'objet de la présente étude il fallait pratiquement 5 à 20 mn d'irradiation, suivant les sulfures, avant de se trouver sur le palier de saturation. Aucun signe de fatigue ne s'est manifesté dans l'émission, même en poursuivant les observations durant 8 h consécutives (le faisceau de rayons X étant bien entendu maintenu constant).

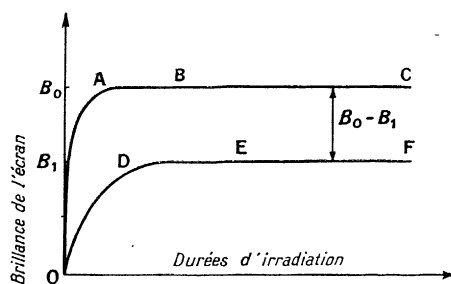


Fig. 1.

OABC, évolution de la brillance en fonction du temps d'un écran au sulfure irradié aux rayons X; ODEF, brillance de cet écran soumis en même temps à l'action d'un champ électrique alternatif.

Lorsqu'on soumet l'écran simultanément à l'action des rayons X et à celle d'un champ électrique la brillance évolue sensiblement de la même façon (courbe ODEF, *fig. 1*) mais elle est toujours plus faible que dans le cas précédent; autrement dit le champ éteint partiellement la luminescence d'un écran irradié aux rayons X.

Le taux d'extinction, que l'on peut définir par le rapport  $\tau = \frac{B_0 - B_1}{B_0}$  ( $B_0$  brillance à saturation en l'absence du champ,  $B_1$  brillance à saturation dans le champ), varie avec la nature du sulfure et avec l'intensité du champ appliqué. La température agit également d'une façon appréciable sur cette extinction.

Notons en passant que la brillance de saturation est en général atteinte en un temps plus long quand l'écran subit à la fois l'action des rayons X et celle du champ.

Irradiations maintenant le sulfure aux rayons X et appliquons le champ électrique seulement au bout du temps  $t$  après le début de l'irradiation (lorsqu'on se trouve sur le palier de la courbe OABC). La brillance évolue d'abord suivant OAB (*fig. 2*), puis à la mise sous tension on observe un renforcement momentané BB' de l'éclat (*illumination fugace*) suivi d'une forte *extinction momentanée* B'BB''; ensuite la courbe remonte progressivement suivant B''E vers le palier de la courbe de brillance avec champ (courbe ODEF).

Quand on supprime le champ, à l'instant  $t'$ , on observe une nouvelle et courte surillumination GG', suivie quelquefois d'une faible extinction G'G'', et la courbe rejoint finalement celle de la brillance normale sans champ (courbe OABC).

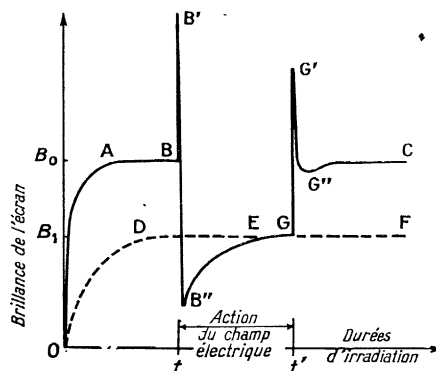


Fig. 2.

OABB'B''EGG'G''C, évolution de la brillance en fonction du temps d'un écran irradié aux rayons X, un champ électrique lui étant appliqué à l'instant  $t$  et supprimé à l'instant  $t'$  (mêmes champ et intensité des rayons X que dans le cas de la figure 1).

Le début et la fin de l'action du champ électrique s'accompagnent de phénomènes d'apparences très semblables; pour expliquer ce fait il n'est pas facile d'invoquer un effet simple de polarisation diélectrique car nous avons opéré avec des champs alternatifs de 50 p : s.

Les différents sulfures expérimentés n'évoluent pas tous suivant le schéma général de la figure 2. Pour certains d'entre eux l'illumination fugace est très forte mais l'extinction momentanée reste faible ou insignifiante. D'autres produits au contraire ne présentent pas de surillumination mais simplement une extinction plus ou moins prononcée.

Le champ électrique enfin modifie profondément l'émission spectrale de ces substances et ces perturbations produisent parfois des changements sensibles de teinte de luminescence. Ils se présentent différemment pendant les *phénomènes transitoires* (BB'B'' et GG'G'') et pendant l'extinction que nous appellerons *permanente* (EG ou DEF).

**Dispositif expérimental.** — Les substances luminescentes, incorporées dans une résine synthétique transparente, étaient déposées en couche mince sur une plaque d'aluminium et recouvertes d'une feuille de mica rendue conductrice sur sa face supérieure tout en restant transparente. Les distances entre électrodes étaient ici assez fortes, de 4/10<sup>e</sup> à 8/10<sup>e</sup> de millimètre suivant les cellules; les différences de potentiel appliquées ne dépassaient pas 1300 V efficaces, de sorte que les champs les plus intenses

auxquels on soumettait les sulfures n'atteignaient pas 33 000 V efficaces : cm. Pour les substances en question ces champs sont insuffisants pour provoquer l'*électroluminescence pure* (luminescence présentée sous la seule action des champs électriques variables intenses).

La cellule est disposée horizontalement, l'électrode transparente vers le haut.

L'appareil producteur de rayons X (montage demi-onde, tension de crête 80 kV) se trouve sous la cellule électrophotoluminescente dont le sulfure est ainsi irradié à travers la plaque d'aluminium.

Une cellule photoélectrique à couche d'arrêt, branchée sur un galvanomètre très sensible, permet de suivre les variations de brillance du sulfure irradié et soumis ou non à l'action du champ électrique. La résistance du circuit extérieur de cette cellule étant petite (35  $\Omega$ ) et ses éclaircissements faibles, les déviations du galvanomètre sont proportionnelles aux flux lumineux à mesurer. L'inertie du système de mesure est cependant notable (plusieurs secondes) de sorte que l'allure exacte des phénomènes transitoires rapides n'est pas reproduite fidèlement.

La cellule photoélectrique placée directement au-dessus de la cellule électrophotoluminescente reçoit, en même temps que le rayonnement de phosphorescence émis par le sulfure, une certaine fraction du faisceau de rayons X; or les cellules à couche d'arrêt sont plus ou moins sensibles aux rayons X eux-mêmes. Le courant photoélectrique engendré par ces derniers présente un effet de fatigue

notable et d'autre part, après irradiation aux rayons X, la cellule reste le siège d'une force électromotrice résiduelle durant plusieurs minutes.

Pour réduire au minimum les erreurs que ces diverses anomalies pouvaient entraîner sur nos résultats, nous avons utilisé une cellule à couche d'arrêt possédant une forte sensibilité à la lumière visible et peu de sensibilité aux rayons X; le courant photoélectrique dû à ces derniers a été déterminé séparément dans chaque cas et retranché des mesures photométriques correspondantes (il ne dépassait guère 5 pour 100 du courant total).

Les substances luminescentes suivantes ont été étudiées :

— Deux sulfures de zinc à phosphorogène de cuivre préparés par Guntz sous les n° 107 et 110.

— Un sulfure mixte de zinc et de cadmium (40 pour 100 SCd) à phosphorogène d'argent (1/10 000<sup>e</sup>) préparé par M. Marcotte.

— Un sulfure de zinc et de cadmium préparé par Lévy-West.

**Variation du taux d'extinction avec l'intensité du champ appliqué** (extinction en régime permanent). — Le taux d'extinction en régime permanent,

$\tau = \frac{B_0 - B_1}{B_0}$  défini précédemment, augmente progressivement en fonction du champ pour toutes les substances qui ont fait l'objet de la présente étude.

La figure 3 résume les résultats trouvés.

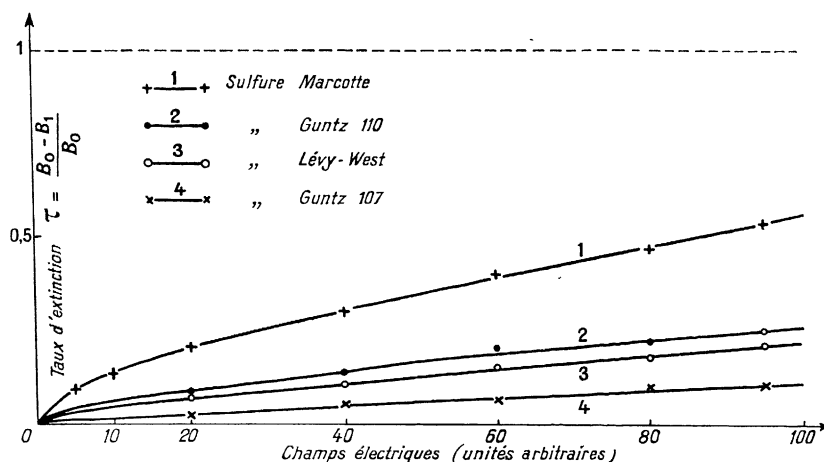


Fig. 3. — Variation du taux d'extinction avec le champ pour nos différents produits.

C'est le sulfure Marcotte qui est le plus sensible à l'effet extincteur du champ, le sulfure Guntz 107 par contre y est peu sensible.

On est amené à penser d'après l'allure générale des courbes que  $\tau$  tend vers 1, c'est-à-dire que l'extinction serait totale, pour des champs suffi-

samment intenses; il n'a pas été possible de le vérifier car on est limité par la rigidité diélectrique.

**Phénomènes transitoires aux moments de l'application et de la suppression du champ.** — Les différentes substances ne se comportent pas de la

même façon. Avec les sulfures à longue persistance (Guntz 107 et 110) on observe à la mise sous tension une vive et courte surillumination, suivie d'une extinction momentanée plus ou moins brutale (fig. 4); à la suppression du champ nous retrouvons de

même une illumination fugace suivie parfois d'une petite extinction momentanée. Les sulfures sans persistance appréciable, par contre, présentent seulement une forte extinction au moment de l'application du champ et quelquefois une petite, plus ou

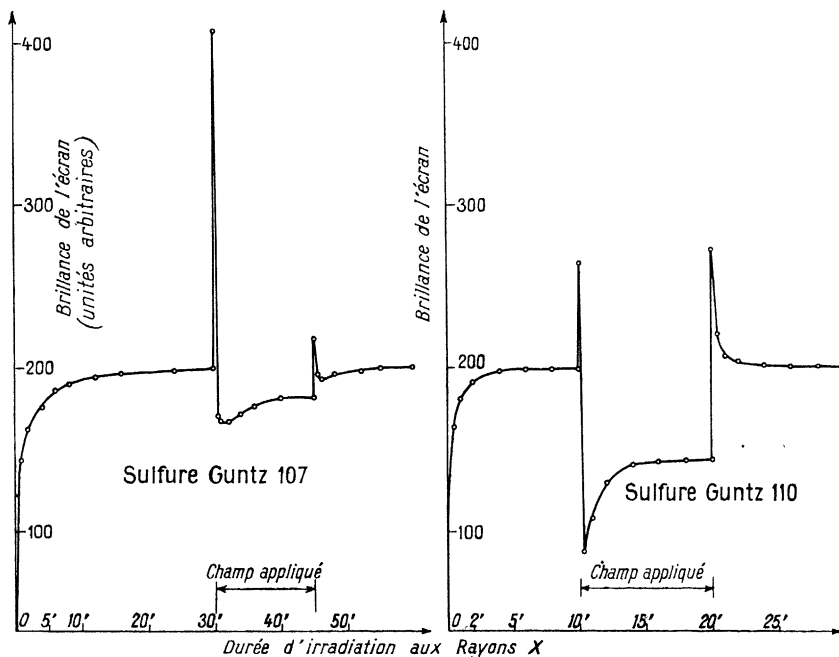


Fig. 4. — Évolution de la brillance en fonction du temps pour deux sulfures de zinc à forte persistance auxquels on applique un champ en cours d'irradiation.

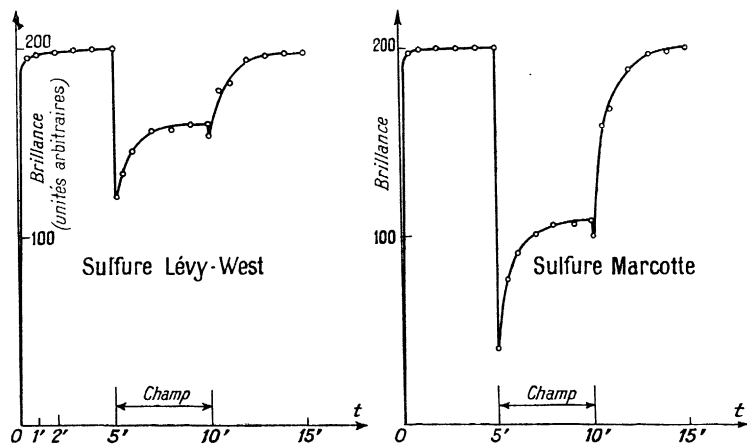


Fig. 5. — Évolution de la brillance pour deux sulfures sans persistance appréciable.

moins marquée, à la suppression (fig. 5); ils se distinguent des précédents par l'absence d'illumination fugace.

Nous avons déjà étudié [1] l'illumination fugace qui apparaît à la mise sous tension alternative après

excitation des sulfures aux rayons X (comme suite aux travaux de Gudden et Pohl [2] qui opéraient par mise de tension constante après photoexcitation; ils n'observaient pas alors d'extinction après l'illumination fugace). Pour ne pas être gêné par

les phénomènes d'extinction qui la suivent, nous appliquons le champ électrique longtemps après la fin de l'irradiation aux rayons X, lorsque toute trace de luminescence résiduelle visible avait pratiquement disparu. Les électrons responsables de cette illumination fugace semblent provenir de niveaux discrets assez stables pour que l'illumination fugace due à l'action du champ puisse être produite longtemps après la fin de l'irradiation.

Nous avons notamment montré que la *somme de lumière* émise pendant l'illumination fugace est une fonction de la durée préalable d'irradiation aux rayons X qui passe par un maximum pour une certaine dose de rayonnement exciteur.

Ici nous observons les phénomènes plus complexes qui apparaissent par l'application simultanée des rayons X et du champ. Cette façon d'opérer nous permet d'étudier l'illumination fugace à la suppression du champ, ce qui fera l'objet d'une publication prochaine.

Quant à l'extinction brutale qui suit l'illumination fugace (*fig. 4*), ou qui se produit à la mise sous tension dans le cas des écrans sans rémanence (*fig. 5*) il n'est pas possible, vu l'inertie de notre système de mesure, d'en faire une étude quantitative. Nous sommes toutefois persuadés que pendant un temps très court, et pour un champ relativement faible, la substance est pratiquement éteinte à la mise sous tension. Nous mettons actuellement au point un montage comprenant un multiplicateur d'électrons, un amplificateur à faible constante de temps

et un oscillographe cathodique, qui nous permettra une étude plus approfondie de ces phénomènes transitoires (allure générale, durée, etc.).

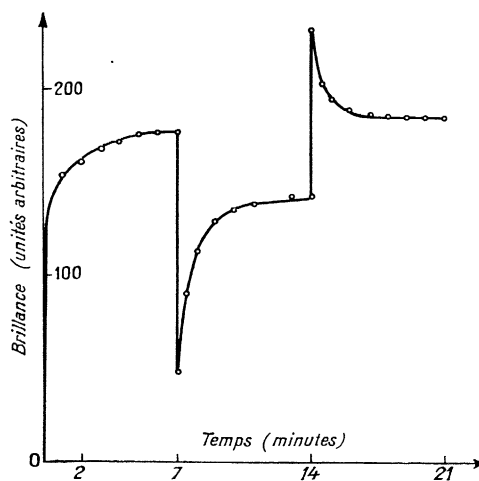


Fig. 6. — Suppression de l'illumination fugace à la mise sous tension par une faible irradiation infrarouge (sulfure Guntz 110).

Notons simplement que lorsqu'on veut étudier les seuls phénomènes d'extinction sur des sulfures présentant également l'illumination fugace (cas des sulfures 107 et 110), et sans être gêné par cette dernière, on a deux possibilités pour faire disparaître l'illumination fugace à la mise sous tension :

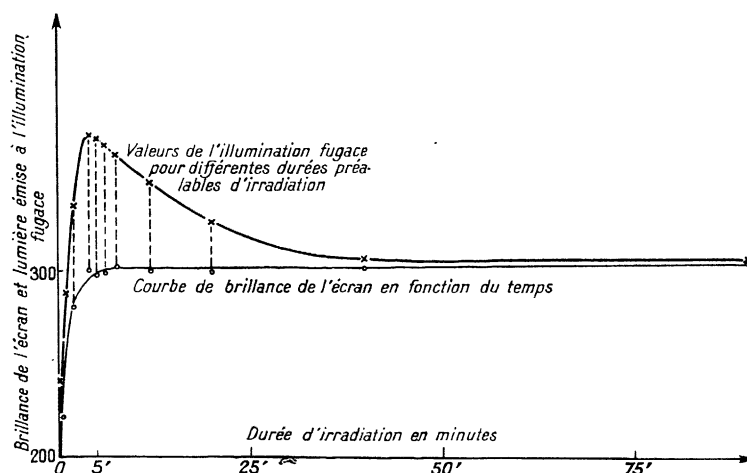


Fig. 7. — Valeurs de l'illumination fugace lorsqu'on applique le champ après différentes durées préalables d'irradiation.

1° Irradier le sulfure par un faible rayonnement infrarouge ou visible de grande longueur d'onde (*fig. 6*). L'action de l'infrarouge sur l'illumination fugace est très forte, bien plus forte que celle,

bien connue, sur la phosphorescence proprement dite [3]. On peut donc par une irradiation infrarouge modérée supprimer l'illumination fugace à la mise sous tension sans modifier sensiblement

l'allure des autres phénomènes. Il est par contre remarquable qu'à la suppression du champ l'illumination fugace persiste.

Nous comptons étudier prochainement d'une façon détaillée cette action des rayons infrarouges sur l'illumination fugace (persistance dans le temps, sensibilité et répartition spectrale, possibilité de l'utiliser pour photographier l'infrarouge, etc.).

2° Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut l'illumination fugace augmente d'abord avec la durée d'irradiation aux rayons X, passe par un maximum, puis décroît pour finalement disparaître si l'irradiation a été suffisamment prolongée (fig. 7).

Pour le sulfure Guntz 107 par exemple, l'illumination fugace disparaît pratiquement lorsqu'on applique le champ électrique après 45 mn d'irradiation. Dans ces conditions on n'observe plus que le phénomène d'extinction à la mise sous tension.

**Modification du spectre de luminescence par les champs électriques.** — En dehors des actions signalées dans les paragraphes précédents on constate aussi que le champ modifie parfois profondément les spectres de luminescence excités par les rayons X. Nous avons étudié ces changements spectraux en intercalant des filtres optiques convenables entre la cellule électrophotoluminescente et la cellule à couche d'arrêt (filtres rouge, orange, vert et bleu). Les courbes de transmission de ces filtres sont tracées sur la figure 8.

A. *Cas de l'extinction partielle en régime permanent.* — Pour un même sulfure on obtient des taux d'extinction différents suivant les filtres utilisés.

Tableau donnant les variations du taux d'extinction dans les différentes régions spectrales et pour différentes substances.

Substances irradiées.	Marcotte.		Lévy-West.		Guntz 110.		Guntz 107.	
	Lumière transmise. (%)	$\tau$ .	Lumière transmise. (%)	$\tau$ .	Lumière transmise. (%)	$\tau$ .	Lumière transmise. (%)	$\tau$ .
Filtres interposés.								
Rouge ( $\lambda > 6000 \text{ \AA}$ )	5	0,28	7	0,00	1		1	
Orange ( $\lambda > 5700 \text{ \AA}$ )	20	0,31	23	0,04	8	0,29	7	0,03
Vert ( $4900 \text{ \AA} < \lambda < 5900 \text{ \AA}$ )	9	0,41	7	0,16	9	0,30	8	0,04
Bleu ( $\lambda < 5300 \text{ \AA}$ )	5	0,56	3	0,22	10	0,35	9	0,06
Lumière totale	100	0,41	100	0,17	100	0,32	100	0,06

N.-B. — Les substances Guntz 107 et 110 émettent trop peu de rouge pour que l'on puisse effectuer avec elles des mesures convenables d'extinction dans cette région spectrale.

Une étude ultérieure au spectrographe nous fournira des renseignements plus précis sur cette importante modification spectrale qui est à rapprocher de celle que l'on observe dans l'excitation du phénomène de luminescence pure [4].

B. *Cas des phénomènes transitoires.* — Au cours des phénomènes transitoires et fugaces qui se pro-

Ce taux d'extinction est donc fonction de la région spectrale envisagée; il est plus fort aux courtes

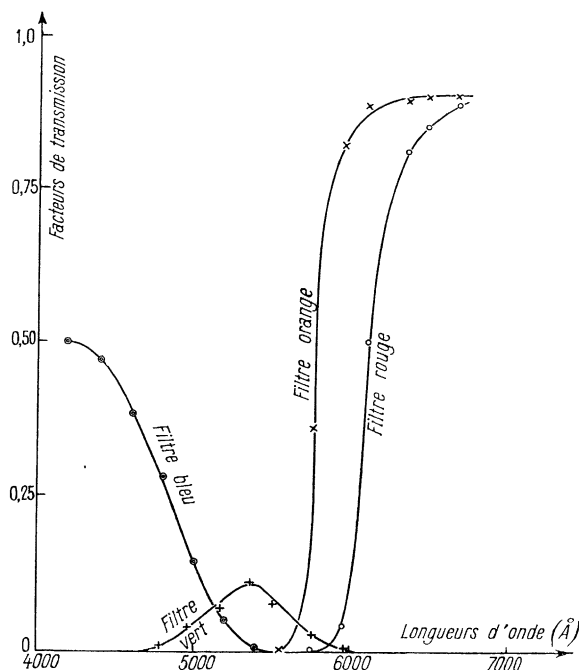


Fig. 8. — Courbes de transmission des filtres colorés.

longueurs d'onde ainsi que cela ressort du tableau suivant. Ces variations sont surtout sensibles avec les sulfures à faible persistance (Marcotte et Lévy-West).

duisent aux moments de l'application et de la suppression du champ le spectre subit également des modifications profondes mais elles-mêmes très brèves.

L'écran Lévy-West est à ce point de vue particulièrement intéressant; lorsqu'on supprime le champ électrique on observe une illumination fugace en lumière rouge, tandis que dans le vert on obtient une forte extinction (fig. 9).

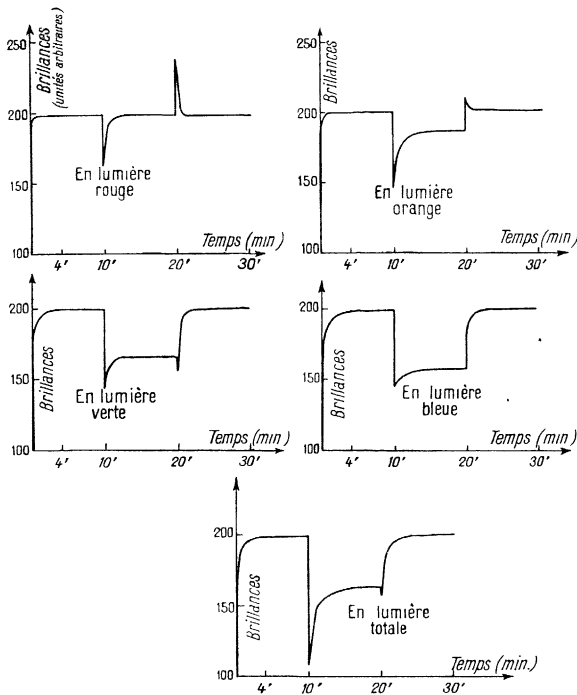


Fig. 9. — Évolution de la brillance du sulfure Lévy-West dans différentes régions spectrales. Le champ électrique est appliqué au bout de la 10<sup>e</sup> minute d'irradiation et supprimé à la 20<sup>e</sup>. Les ordonnées des différents points des courbes ont été multipliées par un facteur approprié pour avoir dans les cinq cas la même valeur de  $B_0$ .

Il est assez curieux que ce bouleversement spectral se produise au moment de la suppression du champ et non au moment de la mise sous tension.

Il est nettement visible à l'œil nu, la luminescence de l'écran qui est normalement vert-jaune vire au rouge durant une fraction de seconde lorsqu'on supprime le champ.

**Conclusions.** — L'étude de l'évolution dans le temps de la brillance d'un sulfure, irradié en permanence aux rayons X et soumis à l'action de champs électriques alternatifs, permet de préciser expérimentalement les diverses particularités qui accompagnent l'établissement ou la suppression du champ (illumination fugace, extinction transitoire, extinction partielle permanente).

Ces phénomènes s'accompagnent de perturbations importantes dans les bandes d'émission du sulfure, si bien que l'allure des courbes brillance-temps est différente suivant les régions spectrales explorées.

Ces perturbations des bandes d'émission par les champs électriques sont à rapprocher de celles qui avaient déjà été signalées dans l'effet d'électroluminescence pure.

Il est encore prématuré de vouloir préciser les raisons des phénomènes de surilluminations et d'extinctions.

Rappelons cependant que la surillumination est habituellement attribuée à une rentrée plus rapide des électrons de luminescence vers les centres excités. Pour l'extinction on peut envisager soit des rentrées sans émission de lumière soit encore un entraînement des électrons loin des centres excités.

Notons enfin que l'allure des phénomènes est de même fortement sensible aux variations de température, cette dernière étude fera l'objet d'un prochain mémoire.

Manuscrit reçu le 3 juillet 1948.

#### BIBLIOGRAPHIE.

- [1] G. DESTRIAU et J. MATTLER, *J. de Physique*, 1946, **9**, p. 259.  
 [2] B. GUDDEN et R. POHL, *Z. f. Physik*, 1920, **2**, p. 192.  
 [3] G. DESTRIAU, *J. de Physique*, 1943, **4**, p. 77.  
 [4] G. DESTRIAU et P. LOUDETTE, *J. de Physique*, 1940, **2**, p. 51.